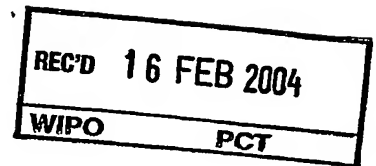


15105/ 6162

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2003年 1月 8日 ✓

出 願 番 号
Application Number: 特願2003-002338 ✓
[ST. 10/C]: [JP2003-002338]

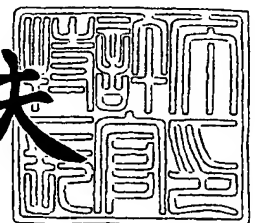
出 願 人
Applicant(s): トヨタ自動車株式会社

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 1月26日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特2004-3002594

【書類名】 特許願

【整理番号】 2002-5636Z

【提出日】 平成15年 1月 8日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 F02G 5/02
F01N 3/20

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 村田 清仁

【特許出願人】

【識別番号】 000003207

【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

【代理人】

【識別番号】 100088155

【弁理士】

【氏名又は名称】 長谷川 芳樹

【選任した代理人】

【識別番号】 100089978

【弁理士】

【氏名又は名称】 塩田 辰也

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014708

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 排気システム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内燃機関からの排気ガスを流す排気通路と、排気ガスを触媒により浄化する排気浄化手段と、排気ガスの熱エネルギーを電気エネルギーに変換する熱電変換手段とを備える排気システムであって、

前記排気浄化手段を迂回して排気ガスを流すバイパス通路を備え、

中央部に前記排気通路を配置し、前記排気通路内に前記排気浄化手段を設け、前記排気通路の外側に前記バイパス通路を配置し、前記バイパス通路の外側に前記熱電変換手段を設けることを特徴とする排気システム。

【請求項 2】 前記バイパス通路を開閉する開閉手段を備え、

前記排気浄化手段の触媒温度が下限温度未満の場合、前記開閉手段を閉じることを特徴とする請求項 1 に記載する排気システム。

【請求項 3】 前記排気浄化手段の下流に配置され、排気ガスを触媒により浄化する下流側排気浄化手段を備え、

前記下流側排気浄化手段の触媒温度が下流側下限温度以上の場合、前記開閉手段を開くことを特徴とする請求項 2 に記載する排気システム。

【請求項 4】 熱交換フィンを有し、排気ガスの熱エネルギーを前記熱電変換手段に伝導する熱交換手段を備え、

前記バイパス通路内に前記熱交換フィンを配置し、前記熱交換フィンに排気ガスを浄化する触媒を設けることを特徴とする請求項 1～3 のいずれか 1 項に記載する排気システム。

【請求項 5】 内燃機関からの排気ガスを流す排気通路と、排気ガスを触媒により浄化する排気浄化手段と、排気ガスの熱エネルギーを電気エネルギーに変換する熱電変換手段とを備える排気システムであって、

前記排気浄化手段を迂回して排気ガスを流すバイパス通路を備え、

前記排気浄化手段は、前記排気通路内を流れる排気ガスを浄化し、

前記熱電変換手段は、前記バイパス通路内を流れる排気ガスの熱エネルギーを電気エネルギーに変換し、

前記排気浄化手段及び前記熱電変換手段は、前記内燃機関の排気マニホールドの近傍に設けられることを特徴とする排気システム。

【請求項 6】 前記排気浄化手段の触媒温度に基づいて前記バイパス通路を流れる排気ガスのガス量を制御することを特徴とする請求項 5 に記載する排気システム。

【請求項 7】 前記排気浄化手段の下流に配置され、排気ガスを触媒により浄化する下流側排気浄化手段を備え、

前記下流側排気浄化手段の触媒温度に基づいて前記バイパス通路を流れる排気ガスのガス量を制御することを特徴とする請求項 5 又は 6 に記載する排気システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、排気ガスを触媒により浄化するとともに排気ガスの熱エネルギーを電気エネルギーに変換する排気システムに関する。

【0002】

【従来の技術】

エンジンから排出される排気ガスは、有害物質（一酸化炭素、炭化水素、窒素酸化物等）を含んでいる。そのため、排気系には三元触媒等の排気浄化触媒が設けられ、この触媒によって排気ガスを浄化している。このような触媒は、活性温度（例えば、350℃～800℃）を有し、触媒温度が活性温度内の場合に浄化作用がある。

【0003】

また、排気ガスは、多量の熱エネルギーを含んでおり、高温である。この熱エネルギーは、その一部が排気浄化触媒の触媒温度を活性温度まで上昇させるために利用されるが、その以外は殆どが回収されることなく放散される。そこで、排気ガスの熱エネルギーを電気エネルギーに変換することによって、排気ガスの熱エネルギーを回収する排熱発電装置が開発されている。

【0004】

排熱発電装置では、排気ガスが流れる排気管（高温側）と冷却部（低温側）との間に熱電変換モジュールを配置し、この高温側と低温側との温度差に応じて熱電変換モジュールの各熱電素子で発電している（特許文献1参照）。この排熱発電装置における熱電変換効率を向上させるためには、高温側の温度を上げるとともに、高温側と低温側との温度差を大きくする必要がある。そこで、排熱発電装置には、排気通路内に触媒を充填し、その触媒によって排気ガスを浄化するとともに触媒の反応熱によって排気温度（ひいては、熱電変換モジュールの高温側の温度）を高めるものもある（特許文献2参照）。

【0005】**【特許文献1】**

特開平10-234194号公報

【特許文献2】

特開2000-352313号公報

【0006】**【発明が解決しようとする課題】**

従来の排気システムでは、エンジンの始動時等の触媒温度が低温時には触媒温度を迅速に上昇させる必要があるので、排気浄化触媒をエキゾーストマニホールドの直下等の排気系において排気ガスが高温の（すなわち、排気ガスに含まれる熱エネルギーが多い）場所に配置し、排熱発電装置をその下流側に（例えば、サブマフラの位置に）配置していた。しかながら、下流側では、排気浄化触媒での温度上昇に利用されてたりあるいは排気通路内を流れている時に放散するので、熱エネルギーが減少し、排気温度も低くなっている。そのため、排熱発電装置では、熱電変換効率が低下し、熱エネルギーの回収効率も低い。

【0007】

また、エンジンの高負荷時（高回転時）には、エキゾーストマニホールドの直下では排気温度が高温なので、排気浄化触媒の触媒温度も非常に高温になる。触媒温度が活性温度を超えると、浄化作用が低下し、触媒が熱劣化する。そこで、従来の排気システムでは、触媒温度が高温になった場合にはエンジンをリッチ運転にして排気温度を低下させ、触媒温度を低下させていた。そのため、燃料の供

給量が増加し、燃費が悪化していた。

【0008】

そこで、本発明は、燃費が良くかつ触媒の劣化を防止する排気システムを提供することを課題とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明に係る排気システムは、内燃機関からの排気ガスを流す排気通路と、排気ガスを触媒により浄化する排気浄化手段と、排気ガスの熱エネルギーを電気エネルギーに変換する熱電変換手段とを備える排気システムであって、排気浄化手段を迂回して排気ガスを流すバイパス通路を備え、中央部に排気通路を配置し、排気通路内に排気浄化手段を設け、排気通路の外側にバイパス通路を配置し、バイパス通路の外側に熱電変換手段を設けることを特徴とする。

【0010】

この排気システムは、排気ガスを浄化するための排気浄化手段と、排気ガスの熱エネルギーを電気エネルギーに変換して熱エネルギーを回収するための熱電変換手段とを備えている。また、排気システムは、排気ガスを流すための排気通路の他に、排気浄化手段を迂回して排気ガスを流すためのバイパス通路を有している。排気システムでは、排気通路内に排気浄化手段を設け、排気浄化手段により排気通路内を流れる排気ガスを浄化する。また、排気システムでは、中央部に配した排気通路の外側にバイパス通路を配置し、そのバイパス通路の外側に熱電変換手段を設け、熱電変換手段によりバイパス通路を流れる排気ガスの熱エネルギーを電気エネルギーに変換する。この排気システムでは、排気通路を中央部に配したので、排気通路を流れる排気ガスが高温であり（排気ガスに含まれる熱エネルギーが多く）、触媒温度を迅速に上昇させることができる。さらに、この排気システムでは、触媒温度が高温になった場合にはバイパス通路に排気ガスを流すことによって、高温の排気ガスによる触媒の温度上昇を回避することができる。そのため、触媒の熱劣化を防止できる。また、エンジンにおけるリッチ運転によって排気温度を低下させることによって触媒の温度上昇を抑える必要がなく、さらに、排気ガスの熱エネルギーを電気エネルギーとして回収できるので、燃費が向上する。

【0011】

本発明の上記排気システムでは、バイパス通路を開閉する開閉手段を備え、排気浄化手段の触媒温度が下限温度未満の場合、開閉手段を閉じるように構成してもよい。

【0012】

この排気システムは、バイパス通路を開閉する開閉手段を備えており、この開閉手段の開度によってバイパス通路及び排気通路に流れる排気ガスの流量を調整することができる。排気システムでは、排気浄化手段の触媒温度が下限温度未満の場合（すなわち、排気浄化手段で浄化作用がない場合あるいは浄化作用が少ない場合）、開閉手段を閉じることによって排気通路に優先的に排気ガスを流す。この際、開閉手段としては、全閉して排気通路に全ての排気ガスが流れるようにしてもよいし、あるいは、閉度を大きくして排気通路を流れる排気ガスの流量を多くするようにしてもよい。このように、排気システムでは、触媒温度が低温の場合には、排気ガスの熱エネルギーを触媒温度の上昇に優先的に利用し、触媒温度を早期に活性温度まで上昇させることができる。

【0013】

なお、下限温度は、排気浄化手段の触媒の活性温度における下限温度であり、触媒の特性によって変わり、例えば、350℃程度の温度である。

【0014】

本発明の上記排気システムでは、排気浄化手段の下流に配置され、排気ガスを触媒により浄化する下流側排気浄化手段を備え、下流側排気浄化手段の触媒温度が下流側下限温度以上の場合、開閉手段を開くように構成してもよい。

【0015】

この排気システムは、排気系における排気浄化手段の下流に、排気浄化手段の他に排気ガスを浄化するための下流側浄化触媒手段を備えている。排気システムでは、下流側排気浄化手段の触媒温度が下流側下限温度以上の場合（すなわち、下流側排気浄化手段で排気ガスを浄化できる場合）、開閉手段を開くことによってバイパス通路に排気ガスを優先的に流す。この際、開閉手段としては、全開してバイパス通路に全ての排気ガスが流れるようにしてもよいし、あるいは、開度

を大きくしてバイパス通路を流れる排気ガスの流量を多くするようにしてもよい。このように、排気システムでは、下流側排気浄化手段で排気ガスを浄化できる場合には、熱電変換手段によって排気ガスの熱エネルギーを積極的に回収する。そのため、燃費が更に向上する。

【0016】

なお、下流側下限温度は、下流側排気浄化手段の触媒の活性温度における下限温度であり、触媒の特性によって変わり、例えば、350℃程度の温度である。

【0017】

本発明の上記排気システムでは、熱交換フィンを有し、排気ガスの熱エネルギーを熱電変換手段に伝導する熱交換手段を備え、バイパス通路内に熱交換フィンを設置し、熱交換フィンに排気ガスを浄化する触媒を設けてもよい。

【0018】

この排気システムは、排気ガスの熱エネルギーを熱電変換手段の高温側に伝導する熱交換手段を備えている。排気システムでは、バイパス通路内に熱交換手段の熱交換フィンを設置させ、熱交換手段によってバイパス通路を流れる排気ガスの熱エネルギーを熱電変換手段に伝える。さらに、排気システムでは、その熱交換フィンに触媒を担持させ、その触媒によってバイパス通路を流れる排気ガスを浄化する。このように、排気システムでは、バイパス通路においても排気ガスを浄化することができるとともに、排気ガスの熱エネルギーの他に触媒の反応熱を熱交換フィンで吸収し、熱電変換手段における熱エネルギーの回収量を増加させることができる。

【0019】

本発明に係る排気システムは、内燃機関からの排気ガスを流す排気通路と、排気ガスを触媒により浄化する排気浄化手段と、排気ガスの熱エネルギーを電気エネルギーに変換する熱電変換手段とを備える排気システムであって、排気浄化手段を迂回して排気ガスを流すバイパス通路を備え、排気浄化手段は、排気通路内を流れる排気ガスを浄化し、熱電変換手段は、バイパス通路内を流れる排気ガスの熱エネルギーを電気エネルギーに変換し、排気浄化手段及び熱電変換手段は、内燃機関の排気マニホールドの近傍に設けられることを特徴とする。

【0020】

この排気システムは、排気ガスを流すための排気通路の他に、排気浄化手段を迂回して排気ガスを流すためのバイパス通路を有している。また、排気システムは、排気通路を流れる排気ガスを浄化するための排気浄化手段と、バイパス通路を流れる排気ガスの熱エネルギーを電気エネルギーに変換して熱エネルギーを回収するための熱電変換手段とを備えている。そして、排気システムでは、排気系において排気ガスの排気温度が最も高温となる排気マニホールドの近傍に、排気浄化手段及び熱電変換手段を設ける。この排気システムでは、高温の（熱エネルギーが多い）排気ガスにより、排気浄化触媒の触媒温度を迅速に上昇させることができるとともに、熱電変換手段の熱電変換効率を向上させることができる。さらに、この排気システムでは、触媒温度が高温の場合にはバイパス通路に排気ガスを流すことによって、高温の排気ガスによる触媒の温度上昇を回避することができる。そのため、触媒の熱劣化を防止できる。また、エンジンにおけるリッチ運転によって排気温度を低下させることによって触媒の温度上昇を抑える必要がなく、排気ガスの熱エネルギーを電気エネルギーとして回収できるので、燃費が向上する。

【0021】

なお、排気マニホールドの近傍は、排気系において排気マニホールドから排出される排気ガスの熱エネルギーが全くあるいは殆ど低減しない領域であり（排気温度が高い排気マニホールドの下流側で近い位置であり）、排気マニホールドに近ければ近いほどよく、排気マニホールド内に構成することができる場合には排気マニホールド内でもよい。

【0022】

本発明の上記排気システムでは、排気浄化手段の触媒温度に基づいてバイパス通路を流れる排気ガスのガス量を制御するように構成してもよい。

【0023】

この排気システムでは、排気浄化手段の触媒温度に応じてバイパス通路を流れる排気ガスのガス量を調整する。例えば、排気システムでは、排気浄化手段の触媒温度が低温の場合、触媒温度を早期に活性化させるために、バイパス通路のガス量を低減させて排気通路を流れるガス量を増加させ、排気浄化手段における触

媒温度の上昇に排気ガスの熱エネルギーを優先的に利用する。また、排気システムでは、排気浄化手段の触媒温度が高温の場合、触媒温度を低下させるために、バイパス通路のガス量を増加させて排気通路を流れるガス量を低減させ、排気浄化手段で排気ガスの熱エネルギーを利用するよりも熱電変換手段によって排気ガスの熱エネルギーを優先的に回収する。

【0024】

本発明の上記排気システムでは、排気浄化手段の下流に配置され、排気ガスを触媒により浄化する下流側排気浄化手段を備え、下流側排気浄化手段の触媒温度に基づいてバイパス通路を流れる排気ガスのガス量を制御するように構成してもよい。

【0025】

この排気システムは、排気系における排気浄化手段の下流に、排気浄化手段の他に排気ガスを浄化するための下流側浄化触媒手段を備えている。排気システムでは、下流側排気浄化手段の触媒温度に応じてバイパス通路を流れる排気ガスのガス量を調整する。例えば、排気システムでは、下流側排気浄化手段の触媒温度が活性温度に達した場合、下流側排気浄化手段で排気ガスを浄化できるので、バイパス通路のガス量を増加させて排気通路を流れるガス量を低減させ、熱電変換手段によって排気ガスの熱エネルギーを優先的に回収する。

【0026】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して、本発明に係る排気システムの実施の形態を説明する。

【0027】

本実施の形態では、本発明に係る排気システムを、自動車に搭載され、エンジンからの排気ガスを浄化するとともに排気ガスの熱エネルギーを電気エネルギーに変換する排気システムに適用する。本実施の形態に係る排気システムは、エキゾーストマニホールドの直下及びそれより下流側に2つの触媒装置を備え、上流側の触媒装置に排熱発電ユニットを有している。本実施の形態には、排熱発電ユニットの他に排熱発電装置を備えるか否かにより2つの実施の形態があり、第1の実施の形態が排熱発電装置を備えない場合であり、第2の実施の形態が排熱発電装

置を備える場合である。

【0028】

図1を参照して、第1の実施の形態に係る排気システム1の構成について説明する。図1は、第1の実施の形態に係る排気システムの全体構成図である。

【0029】

排気システム1は、自動車Mに搭載され、4気筒のエンジン（図示せず）のエキゾーストマニホールドEMの下流の排気系に構成される。排気システム1は、主なものとして、排気浄化手段及び熱電変換手段を有する上流側触媒装置2、下流側排気浄化手段としての下流側触媒装置3、サブマフラ4、メインマフラ5を備えている。各気筒から排出された排気ガスは、エキゾーストマニホールドEMで合流される。エキゾーストマニホールドEMの直下には、上流側触媒装置2が配設される。上流側触媒装置2には、ボールジョイント機構部（図示せず）を介して排気管6aが接続され、その排気管6aの下流端には下流側触媒装置3が配設される。下流側触媒装置3には、排気管6bが接続され、その排気管6bの下流端にはサブマフラ4が配設される。さらに、サブマフラ4には、排気管6cが接続され、その排気管6cの下流端にはボールジョイント機構部（図示せず）を介してメインマフラ5が配設される。メインマフラ5の下流側には、テールパイプ（図示せず）が配設される。

【0030】

上流側触媒装置2は、装置の中央部に排気通路を有し、その排気通路の両側にバイパス通路を各々有している。上流側触媒装置2では、排気通路内に三元触媒を設け、この三元触媒により一酸化炭素、炭化水素、窒素酸化物を浄化する。上流側触媒装置2では、エキゾーストマニホールドEMからの高温の（熱エネルギーが多い）排気ガスが導入され、エンジン始動時等の低温時に（具体的には、下流側触媒装置3の三元触媒が活性温度に達して排気ガスを浄化できるようになるまで）排気ガスを浄化する。また、上流側触媒装置2は、排気通路の両側部に排熱発電ユニットを各々備え、各排熱発電ユニットによりバイパス通路を流れる排気ガスの熱エネルギーを電気エネルギーに変換し、その電気エネルギーをDC/DCコンバータ（図示せず）等を介してバッテリー（図示せず）に充電する。上流側触媒装

置 2 では、排気通路の三元触媒で排気ガスを浄化する必要がなくなった場合に（具体的には、下流側触媒装置 3 の三元触媒が活性温度に達して排気ガスを浄化できるようになった以降に）排熱による発電を行う。上流側触媒装置 2 の構成については後で詳細に説明する。

【0031】

下流側触媒装置 3 は、装置内に三元触媒が詰め込まれており、この三元触媒により一酸化炭素、炭化水素、窒素酸化物を浄化する。下流側触媒装置 3 では、上流側触媒装置 2 より低温の（熱エネルギーが少ない）排気ガスが導入されるので、エンジン高負荷等の高温時に（具体的には、下流側触媒装置 3 の三元触媒が活性温度に達して排気ガスを浄化できるようになった以降に）排気ガスを浄化する。

【0032】

なお、上流側触媒装置 2 の三元触媒と下流側触媒装置 3 の三元触媒とは、同じ三元触媒である。ちなみに、上流側触媒装置 2 では、高温の排気ガスの影響により三元触媒が熱劣化する可能性があるので、下流側触媒装置 3 より多くの三元触媒が詰め込まれている。この三元触媒は、各種金属や金属酸化物をペレット状にしたものであり、活性温度（例えば、350℃～800℃）を有する。三元触媒は、触媒温度がこの活性温度内の場合に触媒作用を発揮する。上流側触媒装置 2 及び下流側触媒装置 3 では、熱電対により三元触媒の温度を検出しており、その検出した触媒温度を示す温度信号 US, DS をエンジン ECU [Electronic Control Unit] 7 に送信している。

【0033】

サブマフラ 4 は、メインマフラ 5 での消音を補助する消音器であり、メインマフラ 5 より消音効果が小さく、小型である。サブマフラ 4 では、メインマフラ 5 の上流側で、排気ガスが有している音響のエネルギーを低減する。なお、排気システム 1 では上流側触媒装置 2 及び下流側触媒装置 3 の作用により従来よりも排気音が小さいので、サブマフラ 4 が無くてもよい。

【0034】

メインマフラ 5 は、メインの消音器であり、サブマフラ 4 より消音効果が大きく、大型である。メインマフラ 5 では、サブマフラ 4 の下流側で、サブマフラ 4

である程度低減された排気ガスの音響のエネルギーを更に低減する。

【0035】

エンジン ECU 7 は、CPU [Central Processing Unit]、ROM [Read Only Memory]、RAM [Random Access Memory] 等からなる電子制御ユニットである。エンジン ECU 7 は、各種センサが接続され、各種センサからの検出値に基づいて各種制御値等を設定し、エンジン及びエンジンに関する各部を制御する。さらに、エンジン ECU 7 は、排気システム 1 の上流側触媒装置 2 の排気通路とバイパス通路とを流れる排気ガスのガス量も制御する。

【0036】

図 2～図 6 を参照して、上流側触媒装置 2 の構成について説明する。図 2 は、上流側触媒装置の一部を分解した斜視図である。図 3 は、図 1 の上流側触媒装置の側面図である。図 4 は、図 3 の側面図における A-A 線に沿った断面図である。図 5 は、図 4 のバイパス通路の排出開口部付近の拡大図である。図 6 は、図 3 の側面図における B-B 線に沿った断面図である。

【0037】

上流側触媒装置 2 は、その上流端の排気導入口 20 がエキゾーストマニホールド EM の下流端の排出口 EMa とボルト（図示せず）によって締結される。排気導入口 20 は、排出口 EMa と同径であり、その下流端にはテーパ管 21 が接続されている。テーパ管 21 は、下流ほど細径であり、その下流端には装置本体 22 が接続されている。装置本体 22 の下流端には、テーパ管 23 が接続されている。テーパ管 23 は、下流ほど太径であり、その下流端には排出口 24 が接続されている。排出口 24 は、その下流端にはボルト（図示せず）によってボールジョイント機構が締結されている。

【0038】

装置本体 22 は、上流から下流に延びる筒状であり、中央に 1 本の排気通路 25 と排気通路 25 の両側にバイパス通路 26、26 とを有している（図 4、図 6 参照）。装置本体 22 の外周部には、側壁 22a、22a 及び外壁 22b、22b を有し、4 つの壁によって外形状を形成している（図 6 参照）。装置本体 22 の内部には、外壁 22b、22b に平行して所定の間隔をおいて内壁 22c、2

2cを有している(図6参照)。排気通路25は、側壁22a、22a及び内壁22c、22cによって形成され、断面視して略長形状であり、テーパ管21とテーパ管23との間に延びる。各バイパス通路26は、側壁22a、22a、外壁22b、内壁22c及び2個の熱交換部材29、29によって形成され、断面視して略長形状であり、排気通路25の外側部に配置される。

【0039】

外壁22bには、長手方向に沿って2個の熱交換部材29、29が取り付けられるので、その取り付け位置には2つの開口部22d、22dが形成されている(図2参照)。開口部22dは、略長形状であり、熱交換部材29の熱交換フィン29bが挿入される(図2、図6参照)。また、外壁22bには、熱交換部材29を取り付けた際にその基台29aに係止するために、開口部22dの両外側にフランジ部22e、22eを有している(図2、図6参照)。さらに、外壁22bには、開口部22dの外周に熱交換部材29及び冷却部31をボルト35、・・・で締結して取り付けるために、ボルト穴22f、・・・が形成されている(図2参照)。ボルト穴22fには、ネスねじが切られている。

【0040】

内壁22cには、最上流部に導入開口部22gが形成されるとともに最下流部に排出開口部22iが形成され、排気通路25とバイパス通路26とを繋げている(図4参照)。したがって、バイパス通路26は、排気通路25の最上流部から排気ガスが導入されるとともに排気通路25の最下流部に排気ガスを排出する。また、内壁22cの内面側には、排出開口部22iを開閉するために、開閉扉22jが設けられている(図4、図5参照)。開閉扉22jは、閉じた場合には排出開口部22iを完全に覆う大きさを有し、その上流側の一端が軸22kによって回転自在に固定されている。開閉扉22jは、バイパス通路26に流れる排気ガスのガス圧によって開き、排気通路25に流れる排気ガスのガス圧によって閉じる。したがって、開閉扉22jは、バイパス通路26におけるガス圧(ガス流量)と排気通路25のガス圧(ガス流量)によって開度が決まる。

【0041】

排気通路25の導入開口部22g、22gと排出開口部22i、22iとの間

には、ペレット状の三元触媒が詰め込まれ、排気浄化手段としての三元触媒部 2 7 が設けられる。また、排気通路 2 5 には、三元触媒部 2 7 と排出開口部 2 2 i , 2 2 i との間に開閉弁 2 2 m が設けられている (図 4 参照)。開閉弁 2 2 m は、排気通路 2 5 を完全に塞ぐ大きさ (排気通路 2 5 の断面に相当する大きさ) を有し、その中央部が軸 2 2 n によって回転自在に固定されている。この軸 2 2 n は、アクチュエータ (図示せず) によって回転する。このアクチュエータは、エンジン ECU 7 からの回転駆動信号 RS に応じて駆動し (図 1 参照)、軸 2 2 n (ひいては、開閉弁 2 2 m) を回転させる。開閉弁 2 2 m は、その開度がエンジン ECU 7 によって制御され、内壁 2 2 c , 2 2 c に対して垂直な場合 (排気通路 2 5 を完全に塞ぐ場合) が全閉状態であり、内壁 2 2 c , 2 2 c に平行な場合 (排気通路 2 5 を完全に通じる場合) が全開状態である。この開閉弁 2 2 m、軸 2 2 n、アクチュエータ及び開閉扉 2 2 j、軸 2 2 k によって開閉手段を構成している。

【 0 0 4 2 】

なお、エンジン ECU 7 では、上流側触媒装置 2 からの温度信号 US と下流側触媒装置 3 からの温度信号 DS を受信し、開閉弁 2 2 m を回転するためのアクチュエータに対して回転駆動信号 RS を送信している (図 1 参照)。エンジン ECU 7 では、上流側触媒装置 2 の触媒温度が上流側下限温度 (三元触媒の活性温度の下限値: 例えば、3 5 0 ℃) 未満の場合及び上流側触媒装置 2 の触媒温度が上流側下限温度以上かつ下流側触媒装置 3 の触媒温度が下流側下限温度 (三元触媒の活性温度の下限値: 例えば、3 5 0 ℃) 未満の場合、開閉弁 2 2 m を全開にするための回転駆動信号 RS を送信する。この場合、開閉弁 2 2 m が全開して排気通路 2 5 が通じ、排気通路 2 5 には排気ガスが流れる。この排気ガスのガス圧によって開閉扉 2 2 j が全閉してバイパス通路 2 6 , 2 6 が閉じ、バイパス通路 2 6 , 2 6 には排気ガスが流れない。また、エンジン ECU 2 7 では、下流側触媒装置 3 の触媒温度が下流側下限温度以上の場合、開閉弁 2 2 m を全閉にするための回転駆動信号 RS を送信する。この場合、開閉弁 2 2 m が全閉して排気通路 2 5 が閉じ、排気通路 2 5 には排気ガスが流れない。そのため、バイパス通路 2 6 に流れ込む排気ガスのガス圧によって開閉扉 2 2 j が全開してバイパス通路 2 6

、26が通じ、バイパス通路26、26には排気ガスが流れる。ちなみに、エンジンECU7において、上流側触媒装置2の触媒温度が上流側上限温度（三元触媒の活性温度の上限値：例えば、800℃）より高くなった場合、開閉弁22mを全閉にする回転駆動信号RSを送信するようにしてもよい。

【0043】

装置本体22の4つの開口部22d、22d、22d、22dには、排熱発電ユニット28、28、28、28が各々構成される。排熱発電ユニット28は、熱電変換モジュール30単位に構成され、熱電変換モジュール30の大きさを基準としてユニットを構成する各部が構成されている。排熱発電ユニット28では、熱電変換モジュール30に対して低温側及び高温側から適切な圧力（例えば、 17 kg/cm^2 ）を加え、熱電変換モジュール30の熱電変換効率を上げている。排熱発電ユニット28は、熱交換部材29、熱電変換手段としての熱電変換モジュール30、冷却部31を備えている。

【0044】

熱交換部材29は、主に、基台29a及び熱交換フィン部29bからなる（図6参照）。基台29aは、肉厚の板状である。基台29aの一面は、熱電変換モジュール30の高温端面と密着するために、水平面となっている。基台29aの外周部は、熱交換部材29を装置本体22に取り付けた際にその外壁22b（フランジ部22e）に係止し、装置本体22に取り付けられた際にボルト35、・・・で締結するために、ボルト孔29c、・・・が形成されている（図2参照）。基台29aの他面には、熱交換フィン部29bが設けられている。熱交換フィン部29bの各フィンの高さは、熱交換部材29が装置本体22に取り付けられた場合に内壁22cに接しない程度に沿うような高さである（図4参照）。熱交換部材29では、熱交換フィン部29bによって表面積を大きくすることによって、排気ガスとの接触面積を大きくし、排気ガスの熱エネルギーの吸収量を多くしている。ちなみに、熱交換部材29、29、29、29が装置本体22の開口部22d、22d、22d、22dに各々嵌め込まれ、冷却部31、31、31、31と共にボルト35、・・・によって締結され（図2参照）、バイパス通路26、26を形成する（図4参照）。

【0045】

なお、熱交換部材 29 では、三元触媒部 27 のペレット状の三元触媒と同じペレット状の三元触媒を熱交換フィン部 29b の各フィンの表面に焼き付けて担持させるように構成してもよい。このように構成することによって、バイパス通路 26 に排気ガスが流れた場合、その排気ガスの熱エネルギーを電気エネルギーに変換する他に、その排気ガスを浄化することができる。この際、三元触媒によって反応熱が発生するので、熱交換フィン部 29b では排気ガスの熱エネルギーの他にその反応熱による熱エネルギーも吸収することができる。したがって、排熱発電ユニット 28 における熱電交換効率が向上する。

【0046】

熱電変換モジュール 30 は、複数の熱電素子（例えば、 Bi_2Te_3 等からなる p 型と n 型の 2 種類の半導体）（図示せず）を備えており、これらの熱電素子を電氣的には直列にかつ熱的には並列に配置している。また、熱電変換モジュール 30 は、小面積の略正形状であり、平行かつ水平な高温端面と低温端面を有している。熱電変換モジュール 30 では、両端面間の温度差に応じてゼーベック効果により熱エネルギーを電気エネルギーに変換し、その電気エネルギーを 2 つの電極（図示せず）から出力する。

【0047】

冷却部 31 は、熱電変換モジュール 30 の低温端面に対して適切な圧力を加えて固定し、水冷式によりその低温端面を冷却する。そのために、冷却部 31 は、冷却蓋 32、冷却本体 33 及び冷却水管 34、34 を備えている。

【0048】

冷却蓋 32 は、冷却本体 33 の蓋である。冷却蓋 32 は、冷却本体 33 と同寸法で肉厚の板部 32a を有している（図 2、図 3 参照）。板部 32a の両側には、冷却水管 34、34 を設置するために、設置部 32b、32b が設けられている（図 2、図 3 参照）。設置部 32b、32b には、冷却水管 34、34 が嵌る取付孔 32c、32c が形成され、取付孔 32c、32c の下部の側部に繋がる冷却水孔 32d、32d が形成されている（図 4 参照）。冷却水孔 32d、32d は、冷却蓋 32 の底面まで貫通し、冷却本体 33 の冷却部 33a に繋がる。ま

た、板部 32a の四隅には、冷却本体 33 及び熱交換部材 29 並びに装置本体 22 に取り付けられた際にボルト 35, . . . で締結するために (図 2 参照)、ボルト孔 (図示せず) が形成されている。

【0049】

冷却本体 33 は、冷却部 32 を蓋とする箱である。冷却本体 33 は、熱電変換モジュール 30 より若干大きい寸法を有する肉厚の箱形状であり、その箱の凹部が冷却水が流れる冷却部 33a となる (図 6 参照)。冷却部 33a には、冷却水を冷やすために、冷却フィン部 33b が設けられている。冷却フィン部 33b の各フィンは、全て同じ高さを有し、冷却本体 33 に冷却蓋 32 が取り付けられた場合に冷却蓋 32 の底面に接する程度の高さである。冷却本体 33 の底面は、熱電変換モジュール 30 の低温端面と密着するために、水平面となっている。また、冷却本体 33 の四隅には、冷却蓋 32 及び熱交換部材 29 並びに装置本体 22 に取り付けられた際にボルト 35, . . . で締結するために (図 2 参照)、ボルト孔 (図示せず) が形成されている。

【0050】

冷却部 31 は、冷却蓋 32 が冷却本体 33 に載せられて 4 本のボルト 35, . . . で締結され (図 2 参照)、さらに、冷却蓋 32 に 2 本の冷却水管 34, 34 が溶接等によって取り付けられて構成される。さらに、冷却部 31 は、その 4 本のボルト 35, . . . によって熱交換部材 29 を介して装置本体 22 に締結される。このボルト 35, . . . による締結によって、熱電変換モジュール 30 を冷却部 32 と熱交換部材 29 との間に適切な面圧力で挟み込んで固定している。

【0051】

上流側触媒装置 2 では、長手方向に 2 つの冷却部 31, 31 が並んでおり、上流の冷却部 31 の上流側の冷却水管 34 と下流の冷却部 31 の下流側の冷却水管 34 とがラジエータ (図示せず) にラジエータホース (図示せず) を介して繋がるとともに、その他の冷却水管 34, 34 が繋がる (図 2 参照)。そして、各冷却部 31 では、ラジエータで冷やされた冷却水が冷却水管 34、冷却水孔 32d を通って冷却部 33a に導入され、冷却フィン部 33b の各フィンの間を冷却水が流れることによって熱電変換モジュール 30 を冷やして低温性を保っている (

図 4 参照)。

【0052】

図 1～図 6 を参照して、排気システム 1 における動作について説明する。ここでは、上流側触媒装置 2 の触媒温度が上流側下限温度未満の場合、上流側触媒装置 2 の触媒温度が上流側下限温度以上かつ下流側触媒温度 3 の触媒温度が下流側下限温度未満の場合、下流側触媒温度 3 の触媒温度が下流側下限温度以上の場合について説明する。

【0053】

上流側触媒装置 2 の触媒温度が上流側下限温度未満の場合について説明する。エンジンの始動時、エンジンの各気筒から排気ガスが排出され、その排気ガスがエキゾーストマニホールド EM を介して上流側触媒装置 2 に導入される。上流側触媒装置 2 では、その排気ガスが排気通路 25 に流れ込み、三元触媒部 27 を通り抜ける。

【0054】

この際、エンジンの始動時には排気系全体が低温のため、三元触媒部 27 の触媒温度が上流側下限温度未満となっている（触媒温度が活性温度に達していない）。エンジン ECU 7 では、上流側触媒装置 2 からの温度信号 US に基づいて、開閉弁 22m を全開にするための回転駆動信号 RS をアクチュエータに送信している。アクチュエータでは、開閉弁 22m を全開状態となるように軸 22n を回転させている。すると、開閉弁 22m が全開状態となり、排気通路 25 が通じて、排気通路 25 内に排気ガスが流れる。そのガス圧によって開閉扉 22j が全閉状態となり、バイパス通路 26、26 が閉じ、排気ガスが流れない。したがって、排熱発電ユニット 28、・・・では、排熱により発電を行っていない。この際、排熱発電ユニット 28、・・・では、冷却部 31、・・・において冷却水を循環させていない。

【0055】

上流側触媒装置 2 から出た排気ガスは、下流側触媒装置 3 に導入される。下流側触媒装置 3 では、排気ガスが流れ込み、三元触媒を通り抜ける。この際、下流側触媒装置 3 の触媒温度が下流側下限温度未満となっている（触媒温度が活性温

度に達していない)。

【0056】

そして、下流側触媒装置3から出た排気ガスは、サブマフラ4及びメインマフラ5に導入される。サブマフラ4及びメインマフラ5では、排気ガスを消音する。そして、その消音された排気ガスは、大気中に放出される。

【0057】

この場合、バイパス通路26, 26が閉じられているので、排気ガスの熱エネルギーは、排熱発電ユニット28, ...で消費されることなく、三元触媒の温度上昇にのみ利用される。そのため、排気ガスの温度上昇に伴って、三元触媒部27の触媒温度を迅速に上昇させることができる。

【0058】

上流側触媒装置2の触媒温度が上流側下限温度以上かつ下流側触媒温度3の触媒温度が下流側下限温度未満の場合について説明する。エンジンの始動後、徐々に、排気系全体の温度が上昇する。排気ガスが、エキゾーストマニホールドEMを介して上流側触媒装置2に導入される。上流側触媒装置2では、その排気ガスが排気通路25に流れ込み、三元触媒部27を通り抜ける。上流側触媒装置2はエキゾーストマニホールドEMの直下に配置されているので、その上昇した排気温度が殆ど低下することなく、排気通路25に排気ガスが流れ込む。そのため、三元触媒部27の触媒温度が、急速に上昇し、短時間で活性温度に達する。活性温度に達すると、三元触媒部27では、排気ガスを浄化し始める。したがって、三元触媒部27の触媒温度が、上流側下限温度以上となっている。

【0059】

しかし、上流側触媒装置2から出た排気ガスは、三元触媒部27の温度上昇によって熱エネルギーが消費され、排気温度が低下して下流側触媒装置3に導入される。下流側触媒装置3では、その排気ガスが流れ込み、三元触媒を通り抜ける。下流側触媒装置3の触媒温度は、徐々に上昇するが、下流側下限温度未満となっている(触媒温度が活性温度に達していない)。エンジンECU7では、上流側触媒装置2からの温度信号US及び下流側触媒装置3からの温度信号DRに基づいて、開閉弁22mを全開にするための回転駆動信号RSをアクチュエータに送

信している。そのため、上記と同様に、開閉弁 22m が全開状態で排気通路 25 が通じているとともに、開閉扉 22j が全閉状態でバイパス通路 26, 26 が閉じている。なお、この場合、エンジン ECU 7 では、上流側触媒装置 2 における触媒温度や下流側触媒装置 3 における触媒温度に応じて、開閉弁 22m の開度を徐々に小さくする回転駆動信号 RS をアクチュエータに送信するようにしてもよい。このように制御することによって、バイパス通路 26, 26 に徐々に排気ガスが流れるので、排熱発電ユニット 28, ... で発電を行うことができるとともに、上流側触媒装置 2 における過度の触媒温度の上昇を抑制することができる。

【0060】

そして、下流側触媒装置 3 から出た排気ガスは、サブマフラ 4 及びメインマフラ 5 に導入される。サブマフラ 4 及びメインマフラ 5 では、排気ガスを消音する。そして、その浄化及び消音された排気ガスは、大気中に放出される。

【0061】

この場合、下流側触媒装置 3 の触媒温度が活性温度に達していないが、上流側触媒装置 2 において、排気ガスを浄化している。また、バイパス通路 26, 26 が閉じられているので、排気ガスの熱エネルギーは、排熱発電ユニット 28, ... で消費されることなく、上流側触媒装置 2 及び下流側触媒装置 3 の三元触媒の温度上昇にのみ利用される。そのため、排気ガスの温度上昇に伴って、下流側触媒装置 3 の触媒温度を迅速に上昇させることができる。なお、下流側触媒装置 3 の一部でも十分な浄化能力がある場合、バイパス通路 26, 26 が半開きのときには、下流側触媒装置 3 においてもバイパス通路 26, 26 を通過した排気ガスを浄化することができる。

【0062】

下流側触媒装置 3 の触媒温度が下流側下限温度以上の場合について説明する。エンジンの高負荷時（高回転時）、排気ガスの排気温度も高く、その高温の排気ガスが上流側触媒装置 2 及び下流側触媒装置 3 に導入される。そのため、上流側触媒装置 2 及び下流側触媒装置 3 の触媒温度は、活性温度に達している。

【0063】

したがって、下流側触媒装置 3 の触媒温度が、下流側下限温度以上となっている（触媒温度が活性温度に達している）。エンジン ECU 7 では、下流側触媒装置 3 からの温度信号 DS に基づいて、開閉弁 22m を全閉にするための回転駆動信号 RS をアクチュエータに送信している。アクチュエータでは、開閉弁 22m を全閉状態となるように軸 22n を回転させている。すると、開閉弁 22m が全閉状態となり、排気通路 25 が閉じる。この際、排気通路 25 には排気ガスが流れないので、三元触媒部 27 では排気ガスを浄化しない。

【0064】

また、バイパス通路 26, 26 に排気ガスが流れ込み、そのガス圧によって開閉扉 22j が全開状態となり、バイパス通路 26, 26 が開く。この際、バイパス通路 26, 26 には排気ガスが流れる。排熱発電ユニット 28, . . . では、熱交換部材 29 の熱交換フィン部 29b でバイパス通路を流れる排気ガスの熱エネルギーを吸収し、その高温性を熱電変換モジュール 30 の高温端面に伝える。また、排熱発電ユニット 28, . . . では、冷却部 31 で冷却水を循環させ、その低温性を熱電変換モジュール 30 の低温端面に伝える。そして、排熱発電ユニット 28, . . . では、熱電変換モジュール 30 でその高温と低温との温度差に応じて発電し、その電気エネルギーをバッテリーに充電する。

【0065】

ちなみに、熱交換フィン部 29b に三元触媒を担持させている場合、バイパス通路 26, 26 を流れる排気ガスは、その三元触媒によって浄化される。また、その三元触媒による反応熱が、熱交換フィン部 29b で吸収される。

【0066】

上流側触媒装置 2 から出た排気ガスは、下流側触媒装置 3 に導入される。下流側触媒装置 3 では、触媒温度が活性温度に達しているので、排気ガスを浄化する。そして、下流側触媒装置 3 から出た排気ガスは、サブマフラ 4 及びメインマフラ 5 に導入される。サブマフラ 4 及びメインマフラ 5 では、排気ガスを消音する。そして、その浄化及び消音された排気ガスは、大気中に放出される。

【0067】

この場合、下流側触媒装置 3 の触媒温度が活性温度に達しているので、下流側

触媒装置 3 において、排気ガスを確実に浄化している。また、バイパス通路 26, 26 が開かれるので、排気ガスの熱エネルギーは、上流側触媒装置 2 の三元触媒部 27 での触媒温度の上昇で消費されることなく、排熱発電ユニット 28, . . . における発電によって回収される。したがって、三元触媒部 27 での触媒温度は、上昇しないので、活性温度の上限値を超えない。

【0068】

この排気システム 1 によれば、エキゾーストマニホールド EM の直下に上流側触媒装置 2 を配置させるとともに三元触媒を詰め込んだ排気通路 25 を装置の中央に配置させたので、三元触媒部 27 には排気系において熱エネルギーを最も多く含む排気ガスが導入され、触媒温度が活性温度より低い場合でも早期に活性温度まで上昇させることができる。さらに、排気システム 1 では、排気通路 25 の両側にバイパス通路 26, 26 を配したので、そのバイパス通路 26, 26 が保温断熱層として機能し、三元触媒部 27 における温度上昇効果が更に高い。

【0069】

また、排気システム 1 では、上流側触媒装置 2 において排気通路 25 の他にバイパス通路 26, 26 を設けるとともにバイパス通路 26, 26 を流れる排気ガスの熱エネルギーを回収する排熱発電ユニット 28, . . . を設けたので、三元触媒部 27 で排気ガスの熱エネルギーを必要としない場合にはバイパス通路 26, 26 に排気ガスを流すことによってその排気ガスを電気エネルギーとして有効に利用することができる。特に、排気システム 1 では、上流側触媒装置 2 はエキゾーストマニホールド EM の直下に配置しているので、その熱エネルギーを最も多く含む排気ガスから熱エネルギーを電気エネルギーとして効果的に回収することができる。また、排気システム 1 では、下流側触媒装置 3 を設けたので、下流側触媒装置 3 の触媒温度が活性温度に達した場合には上流側触媒装置 2 では排気ガスを排気通路 25 に排気ガスを流すのを停止でき、上流側触媒装置 2 の触媒温度が活性温度を超えてまで上昇することがなく、三元触媒が劣化しない。さらに、上流側触媒装置 2 の触媒温度を低下させるためにエンジンでリッチ運転をする必要がない。そのため、この排気システム 1 は、無駄に燃料を消費することがなく、多量の熱エネルギーを電気エネルギーとして回収できるので、燃費が向上する。また、三元触

媒が劣化しないので、多くの三元触媒を詰め込んでおく必要がなく、触媒装置 2, 3 を小型化できる。

【0070】

また、排気システム 1 では、各触媒装置 2, 3 の触媒温度に応じて排気通路 25 及びバイパス通路 26, 26 のガス流量を制御するので、エキゾーストマニホールド EM の直下において三元触媒部 27 と排熱発電ユニット 28, . . . とを両立させ、排気ガスの熱エネルギーを効果的に利用できる。

【0071】

また、排気システム 1 では、熱交換フィン部 29b に三元触媒を設けた場合には、触媒効果が増すとともに、その三元触媒の反応熱による熱エネルギーの吸収効果も向上する。また、この場合、バイパス通路 26, 26 に漏れてきた排気ガスを確実に浄化することができ、バイパス通路 26, 26 でも排気ガスを浄化できるので、下流側触媒装置 3 を設けなくてもシステムとして成立する可能性がある。

【0072】

また、排気システム 1 では、排気音も小さくなり、各マフラ 4, 5 を小型化できるとともに、サブマフラ 4 を設けなくてもシステムとして成立する可能性がある。さらに、排気システム 1 では、排気ガスの熱エネルギーの回収効率に優れているので、排気温度が低下し、排気ガスの体積が小さくなる。そのため、ガス流量が減少するので、排圧抵抗が小さくなり、エンジンの出力がアップする。

【0073】

図 7 を参照して、第 2 の実施の形態に係る排気システム 41 の構成について説明する。図 7 は、第 2 の実施の形態に係る排気システムの全体構成図である。排気システム 41 では、第 1 の実施の形態に係る排気システム 1 と同様の構成について同一の符号を付し、その説明を省略する。

【0074】

排気システム 41 の構成では、排気システム 1 のサブマフラ 4 の代わりに排熱発電装置 42 を設けた点のみ異なる（図 1 参照）。第 1 の実施の形態で説明したように、本実施の形態に係る排気システムでは従来の排気システムに比べて排気

音が小さい。そこで、排気システム 41 では、排気ガスの熱エネルギーを電気エネルギーとして回収する効率を向上させるために、サブマフラとしての効果も有する排熱発電装置 42 を設けている。したがって、排気システム 41 は、主なものとして、上流側触媒装置 2、下流側触媒装置 3、排熱発電装置 42、メインマフラ 5 を備えている。排熱発電装置 42 は、サブマフラ 4 の位置に配置され、上流端に排気管 6b が接続され、下流端には排気管 6c が接続される。

【0075】

排熱発電装置 42 は、上流側触媒装置 2 で回収できなかった排気ガスの熱エネルギーを電気エネルギーに変換し、その電気エネルギーを DC/DC コンバータ等を介してバッテリーに充電する。

【0076】

図 8～図 11 を参照して、排熱発電装置 42 の構成について説明する。図 8 は、図 7 の排熱発電装置の斜視図である。図 9 は、図 7 の排熱発電装置の正面図である。図 10 は、図 9 の正面図における C-C 線に沿った断面図である。図 11 は、図 9 の正面図における D-D 線に沿った断面図である。

【0077】

排熱発電装置 42 は、排気管を周方向に沿って 4 分割構造とし、周方向に沿って 4 個の排熱発電ユニット 43, 43, 43, 43 が配置される (図 10 参照)。排熱発電装置 42 では、各排熱発電ユニット 43, … で排気ガスの熱エネルギーを電気エネルギーに変換する。

【0078】

排熱発電装置 42 には、最上流部に上流側の排気管 6b と接続する排気導入管 44 が配設され、最下流部に下流側の排気管 6c と接続する排気排出管 45 が配設される。排気導入管 44 と排気排出管 45 との間には、4 個の分割排気管本体 46, 46, 46, 46 が溶接等によって接続される。分割排気管本体 46, … は、排熱発電装置 42 の中央部に 90° 毎に配置され、4 つの分割排気通路 47, 47, 47, 47 の骨格を形成している (図 10 等参照)。

【0079】

分割排気管本体 46 は、主要部が薄板状であり、断面視して等脚台形状である

(図10参照)。この等脚台形状では、平行な長辺部と短辺部を結ぶ2つの側辺部と長辺部とのなす角が 45° である。また、分割排気管本体46は、等脚台形状の長辺部をなす外板には、開口部が形成されている。この開口部は、略正方形であり、熱交換部材48の熱交換フィン48bが挿入される。また、外板には、開口部の外周に沿って熱交換部材48をボルトで締結して取り付けするためのボルト穴が形成されている。

【0080】

各分割排気管本体46の側板は、 90° をなす位置に配置された両側の分割排気管本体46、46の各側板に溶接によって各々接着されている。そして、4個の分割排気管本体46、・・・は、周方向に沿って連結され、側面視して略正方形になる(図10参照)。また、各分割排気管本体46には熱交換部材48が取り付けられ、開口部が閉じることによって分割排気通路47が形成される。さらに、連結された4個の分割排気管本体46、・・・の内板の両端には、その上流側に分流部材46aが溶接によって接続され、その下流側に合流部材46bが溶接によって接続される(図11参照)。分流部材46aは、上流側になるほど細くなる四角錐状の管形状となっており、排気導入管6bからの排気ガスを4つの分割排気通路47、・・・に分流させる。また、合流部材46bは、下流側になるほど細くなる四角錐状の管形状となっており、4つの分割排気通路47、・・・を流れる排気ガスを合流させる。

【0081】

排熱発電ユニット43は、熱電変換モジュール49単位に構成され、熱電変換モジュール49の大きさを基準としてユニットを構成する各部が構成されている。排熱発電ユニット43では、熱電変換モジュール49に対して低温側及び高温側から適切な圧力(例えば、 17 kg/cm^2)を加えるとともにユニット全体をばね系により押えつけ、熱電変換モジュール49の熱電変換効率を上げている。そして、排熱発電ユニット43は、各分割排気管本体46、・・・の開口部に配置される。排熱発電ユニット43は、熱交換部材48、熱電変換モジュール49、冷却部50、ばねクランプ部54を備えている。

【0082】

熱交換部材 48 は、主に、基台 48 a 及び熱交換フィン部 48 b からなる。基台 48 a は、肉厚の板状である。基台 48 a は、幅方向、長手方向共に熱電変換モジュール 49 より長い寸法を有する。基台 48 a の載置面は、熱電変換モジュール 49 の高温端面と密着するために、水平面となっている。基台 48 a の外周部には、分割排気管本体 46 に取り付けられた際にボルトで締結するために、ボルト孔が形成されている。熱交換フィン部 48 b は、基台 48 a に設けられ、熱交換部材 48 が分割排気管本体 46 に取り付けられた場合に各フィンの高さが分割排気管本体 46 の側板及び内板に接しない程度に沿うような高さである。したがって、図 10 に示すように、熱交換フィン部 48 b の全てのフィンによって、略等脚台形状が形成される。熱交換部材 48 が分割排気管本体 46 の開口部に嵌め込まれボルト 58、・・・によって締結され、分割排気通路 47 を形成する（図 10、図 11 参照）。なお、熱交換フィン部 48 b の各フィンの高さが分割排気管本体 46 の側板及び内板に接する程度の高さでもよいが、各フィンや分割排気管本体 46 に十分な変形、吸収作用が必要である。

【0083】

熱電変換モジュール 49 は、第 1 の実施の形態に係る熱電変換モジュール 30 と同様のものである。

【0084】

冷却部 50 は、熱電変換モジュール 49 の低温端面に対して適切な圧力を加えて固定し、水冷式によりその低温端面を冷却する。そのために、冷却部 50 は、冷却蓋 51、冷却本体 52 及び冷却水管 53、53 を備えている。

【0085】

冷却蓋 51 は、冷却本体 52 の蓋であり、板部を有している。板部の中央部には、押圧部材 57 を載置するために、押圧部材 57 が嵌る円形で有底の穴が形成されている。また、板部の穴の両側には、複数枚の板ばね 56、・・・を両側から囲んで支持するとともに冷却水管 53、53 を設置するために、支持部が設けられている。支持部の外側部には、冷却水管 53 を設置するために、冷却水管 53 が嵌る取付孔が形成されている。さらに、支持部の底部には、取付孔の側部に繋がる冷却水孔が形成されている。冷却水孔は、冷却蓋 51 の底面まで貫通し、

冷却本体 5 2 の冷却部 5 2 a に繋がる（図 1 1 参照）。また、板部の四隅には、冷却本体 5 2 に取り付けられた際にボルトで締結するために、ボルト孔が形成されている。

【0086】

冷却本体 5 2 は、冷却部 5 1 を蓋とする肉厚の箱形状であり、その箱の凹部が冷却水が流れる冷却部 5 2 a となる（図 1 1 参照）。冷却部 5 2 a には、熱電変換モジュール 4 9 を冷やすために、冷却フィン部 5 2 b が設けられている。冷却フィン部 5 2 b の各フィンは、全て同じ高さを有し、冷却本体 5 2 に冷却蓋 5 1 が取り付けられた場合に冷却蓋 5 1 の底面に接する程度の高さである。冷却本体 5 2 の底面は、熱電変換モジュール 4 9 の低温端面と密着するために、水平面となっている。また、冷却本体 5 2 の四隅には、冷却蓋 5 1 を取り付ける際にボルトで締結するために、ボルト孔が形成されている。

【0087】

冷却部 5 0 では、冷却蓋 5 1 が冷却本体 5 2 に載せられて 4 本のボルト（図示せず）で締結され、さらに、冷却蓋 5 1 に 2 本の冷却水管 5 3、5 3 が溶接等によって取り付けられて構成される。排熱発電装置 4 2 では、周方向に 4 つの冷却部 5 0、・・・が並んでおり（図 1 0 参照）、上部の冷却部 5 0 の冷却水管 5 3 とその冷却部 5 0 に隣接する冷却部 5 0 の冷却水管 5 3 とが接続管 5 3 c を介してラジエータ（図示せず）にラジエータホース（図示せず）を介して繋がるとともに、その他の冷却水管 5 3、・・・が隣接する冷却部 5 0、5 0 間で接続管 5 3 a をよって繋がる（図 8 参照）。そして、各冷却部 5 0 では、ラジエータで冷やされた冷却水が冷却水管 5 3、冷却水孔を通過して冷却部 5 2 a に導入され、冷却フィン部 5 2 b の各フィンの間を冷却水が流れることによって熱電変換モジュール 4 9 を冷やして低温性を保っている。

【0088】

ばねクランプ部 5 4 は、冷却部 5 0 の外側から所定の圧力を印加し、熱電変換モジュール 4 9 を冷却部 5 0 と熱交換部材 4 8 との間に固定する。この際、ばねクランプ部 5 4 では、数枚の板ばねによる弾性力によって、排熱発電ユニット 4 3 全体を押えつけている。また、排熱発電装置 4 2 では、周方向に沿って 4 つの

ばねクランプ 54、54、54、54 が締結され、この 4 つのばねクランプ 54、
・・・によって装置全体を締め付けている。そのために、ばねクランプ部 54
は、クランプ 55、数枚の板ばね 56、・・・及び押圧部材 57 を備えている。

【0089】

クランプ 55 は、収納部 55a、接続部 55b、55b 及び締結部 55c、55c を有している（図 8 参照）。収納部 55a、接続部 55b、55b 及び締結部 55c、55c は一枚の板で形成される。収納部 55a は、正面視して凹状である。収納部 55a の中央部には、板ばね 56 と同形状で大きさが若干小さい開口孔 55d が形成されており（図 8 参照）、この開口孔 55d の外周部で板ばね 56 を押えつけている。接続部 55b は、収納部 55a と両端の締結部 55c、55c とを連結する。締結部 55c は、接続部 55b に対して略垂直に折れ曲がっており、隣接するクランプ 55 の締結部 55c と底面同士が接する形状となっている。締結部 55c には、ボルトが貫通する 3 つのボルト孔が形成されている。ちなみに、4 個のクランプ 55、・・・が締結されると、その 4 個のクランプ 55、・・・が断面視して略円形状となり、排熱発電装置 42 の最外部を被う（図 10 参照）。

【0090】

板ばね 56 は、平面視して略楕円形状である。板ばね 56 は、小さいばね定数を有する。ちなみに、ばねクランプ部 54 では、板ばね 56 を数枚重ねて弾性力を発生させている。

【0091】

押圧部材 57 は、板ばね 56 と点接触するために半球状である。押圧部材 57 の円形状の底面は、冷却蓋 51 の穴に嵌合する大きさを有する。

【0092】

ばねクランプ部 54 では、冷却部 50 の冷却蓋 51 の穴に押圧部材 57 が嵌め込まれ、その押圧部材 57 の上に数枚の板ばね 56、・・・が載置され、板ばね 56、・・・を収納部 55a で被うようにクランプ 55 が板ばね 56 の上に載置される。この際、板ばね 56・・・は、冷却蓋 51 の支持部で両側から支えられており、その最上面が支持部よりも高くなっている。さらに、ばねクランプ部 5

4では、クランプ55の締結部55c、55cが両側のクランプ55、55の各締結部55c、55cに合わせられ、隣接するクランプ55、55の締結部55c、55cがボルト59、・・・及びナット60、・・・によって締結される（図10参照）。そして、周方向に沿って締結されている4つのばねクランプ54、54、54、54によって、装置全体をベルトのように締め付けている。

【0093】

図7～図11を参照して、排気システム41における動作について説明する。排気システム41は、サブマフラ4で消音を行う代わりに排熱発電装置42で発電を行う点のみ、第1の実施の形態に係る排気システム1と動作が異なるので、その点のみ説明する。

【0094】

排熱発電装置42には、排気導入管44から排気ガスが導入され、ラジエータに繋がる冷却水管53、53から冷却水が流通される。導入した排気ガスは、分流部材46aによって4つの分割排気通路47、・・・に分流される。ちなみに、この導入される排気ガスは、上流側触媒装置2において三元触媒の温度上昇に利用されているか又は熱エネルギーが電気エネルギーとして回収されているので、上流側触媒装置2に導入される排気ガスの熱エネルギーよりも減少している。

【0095】

各分割排気通路47では、排気ガスが、熱交換部材48の熱交換フィン部48bのフィンの間を通り抜け、下流に流れていく。熱交換フィン部48bでは、排気ガスから熱エネルギーを吸収する。そして、熱交換部材48では、その吸収した熱エネルギーを熱電変換モジュール49の高温端面に伝達する。

【0096】

一方、冷却水は、冷却部50の各冷却部52a内の冷却フィン部52bのフィンの間を通り抜け、下流に流れていく。そして、冷却部50では、その冷却水による低温性を熱電変換モジュール49の低温端面に伝達する。

【0097】

各熱電変換モジュール49では、高温端面に伝達された高温と低温端面に伝達された低温との温度差に応じて発電し、その電気エネルギーをバッテリーに充電する

。この際、高温性と低温性が十分に保たれているので、温度差が大きく、発電力も大きい。

【0098】

そして、排熱発電装置42で排気ガスの熱エネルギーが電気エネルギーとして回収した後、その排気ガスがメインマフラ5に導入される。ちなみに、この排気ガスは、熱エネルギーが回収され、低温となっている。

【0099】

排気システム41によれば、第1の実施の形態に係る排気システム1における効果に加えて、排気ガスの熱エネルギーを更に電気エネルギーとして回収することができ、燃費が向上する。また、排気温度が更に低下するので、エンジンの出力もアップする。

【0100】

以上、本発明に係る実施の形態について説明したが、本発明は上記実施の形態に限定されることなく様々な形態で実施される。

【0101】

例えば、本実施の形態では2つの触媒装置を備える構成としてが、排熱発電ユニットを備える触媒装置を1つ備える構成でもよく、その場合にはバイパス通路を通る排気ガスを浄化するために熱交換フィンに三元触媒を担持させる等の構成が必要となる。また、2つの触媒装置では共に三元触媒によって排気ガスを浄化する構成としたが、一方の触媒装置を酸化触媒とし、他方の触媒装置を還元触媒とする等、エンジンの特性等を考慮して2つの触媒装置で異なる触媒によって排気ガスを浄化する構成でもよい。

【0102】

また、本実施の形態では排熱発電ユニット付きの触媒装置エキゾーストマニホールドの直下に設けたが、排気系におけるそれ以外の場所でもよい、あるいは、エキゾーストマニホールド内の最下流部に組み込んでもよい。

【0103】

また、本実施の形態では上流側及び下流側に2つの触媒装置を設け、その2つの触媒装置における触媒温度に基づいて開閉弁の開度を制御したが、排熱発電ユ

ニット付きの触媒装置を1つだけ設け、その触媒装置における触媒温度が活性温度範囲になるように開閉弁の開度を制御するように構成してもよい。

【0104】

また、本実施の形態では排気通路に設けられた開閉弁を全閉あるいは全開にするように制御したが、触媒温度に応じてその開度を段階的に制御してもよい。また、バイパス通路にアクチュエータで駆動する開閉弁を設け、触媒温度に応じてその開閉弁の開度を制御するようにしてもよい。

【0105】

また、本実施の形態では冷却部を水冷式で構成したが、空冷式で構成してもよい。

【0106】

【発明の効果】

本発明によれば、触媒の劣化を防止できるとともに、排気ガスから熱エネルギーを効率良く回収でき、燃費が非常に良い。

【図面の簡単な説明】

【図1】

第1の実施の形態に係る排気システムの全体構成図である。

【図2】

図1の上流側触媒装置の一部を分解した斜視図である。

【図3】

図1の上流側触媒装置の側面図である。

【図4】

図3の側面図におけるA-A線に沿った断面図である。

【図5】

図4のバイパス通路の排出開口部付近の拡大図である。

【図6】

図3の側面図におけるB-B線に沿った断面図である。

【図7】

第2の実施の形態に係る排気システムの全体構成図である。

【図 8】

図 7 の排熱発電装置の斜視図である。

【図 9】

図 7 の排熱発電装置の正面図である。

【図 10】

図 9 の正面図における C-C 線に沿った断面図である。

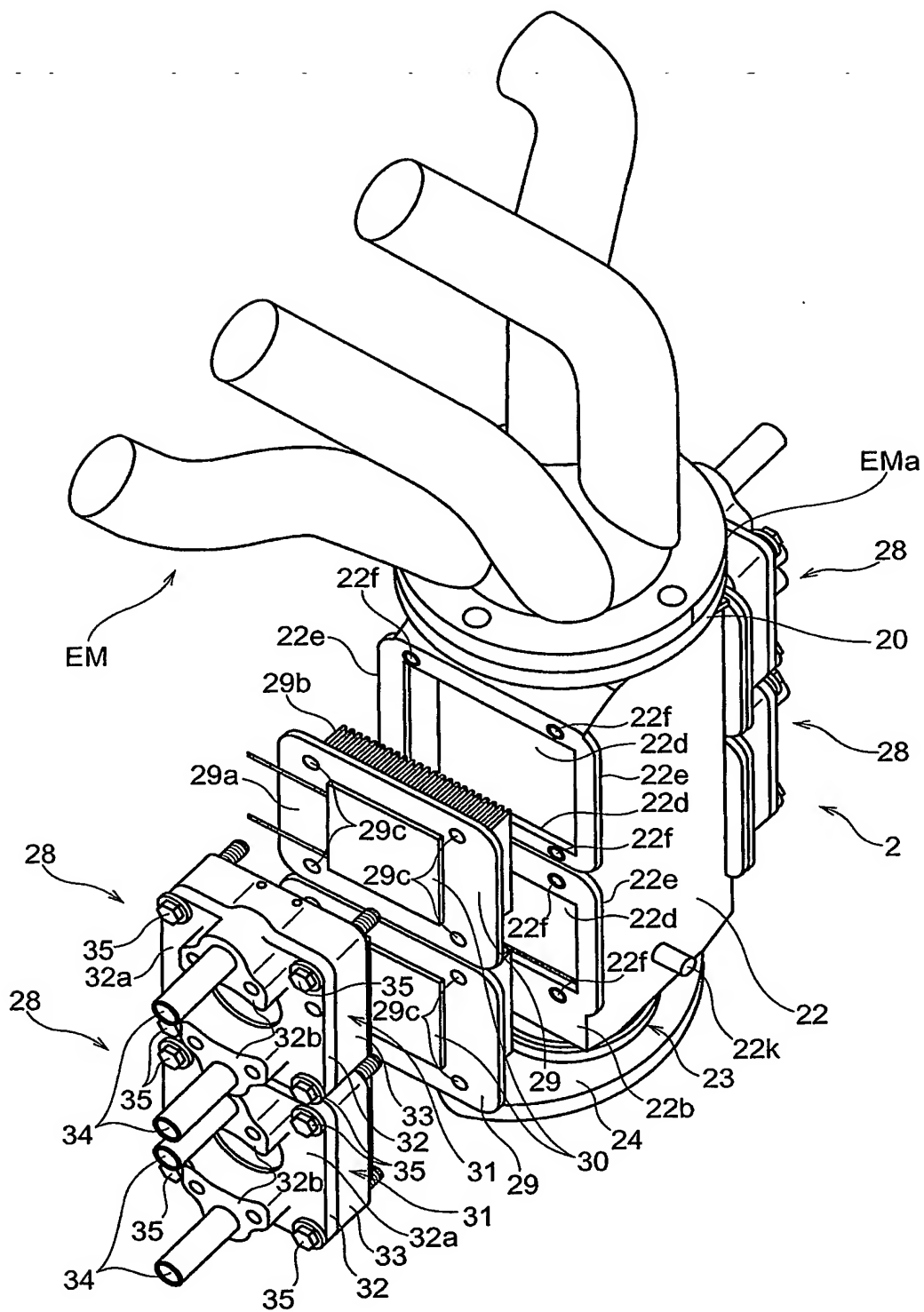
【図 11】

図 9 の正面図における D-D 線に沿った断面図である。

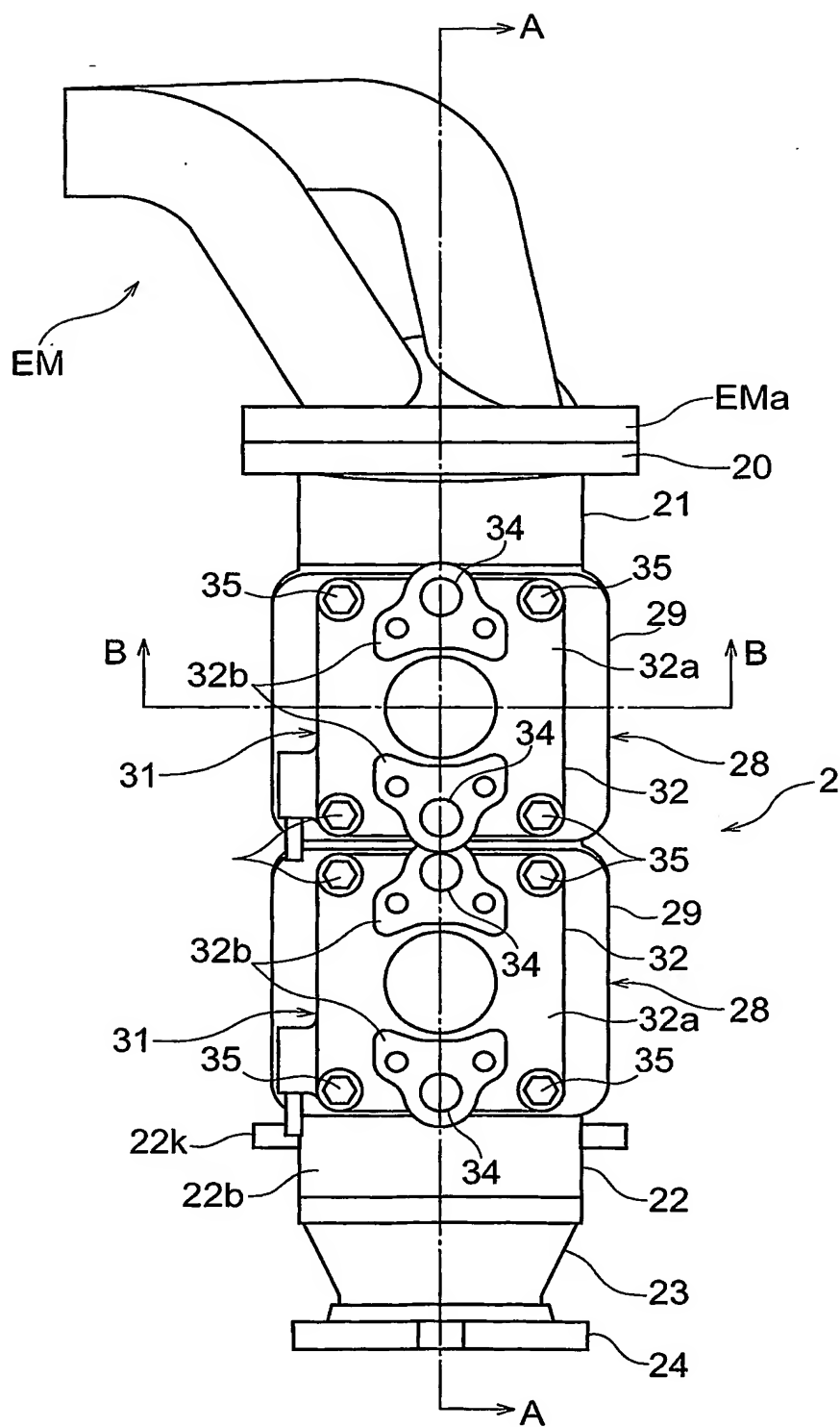
【符号の説明】

1, 41…排気システム、2…上流側触媒装置、3…下流側触媒装置、4…サブマフラ、5…メインマフラ、6a, 6b, 6c…排気管、7…エンジン ECU、20…排気導入口、21, 23…テーパ管、22…装置本体、22a…側壁、22b…外壁、22c…内壁、22d…開口部、22e…フランジ部、22f…ボルト穴、22g…導入開口部、22i…排出開口部、22j…開閉扉、22k…軸、22m…開閉弁、22n…軸、24…排出口、25…排気通路、26…バイパス通路、27…三元触媒部、28…排熱発電ユニット、29…熱交換部材、29a…基台、29b…熱交換フィン部、29c…ボルト孔、30…熱電変換モジュール、31…冷却部、32…冷却蓋、32a…板部、32b…設置部、32c…取付孔、32d…冷却水孔、33…冷却本体、33a…冷却部、33b…冷却フィン部、34…冷却水管、35…ボルト、42…排熱発電装置、43…排熱発電ユニット、44…排気導入管、45…排気排出管、46…分割排気管本体、46a…分流部材、46b…合流部材、47…分割排気通路、48…熱交換部材、48a…基台、48b…熱交換フィン部、49…熱電変換モジュール、50…冷却部、51…冷却蓋、52…冷却本体、52a…冷却部、52b…冷却フィン部、53…冷却水管、53a…接続管、54…ばねクランプ部、55…クランプ、55a…収納部、55b…接続部、55c…締結部、55d…開口部、56…板ばね、57…押圧部材、58, 59…ボルト、60…ナット、EM…エキゾーストマニホールド、EMa…排出口、M…自動車

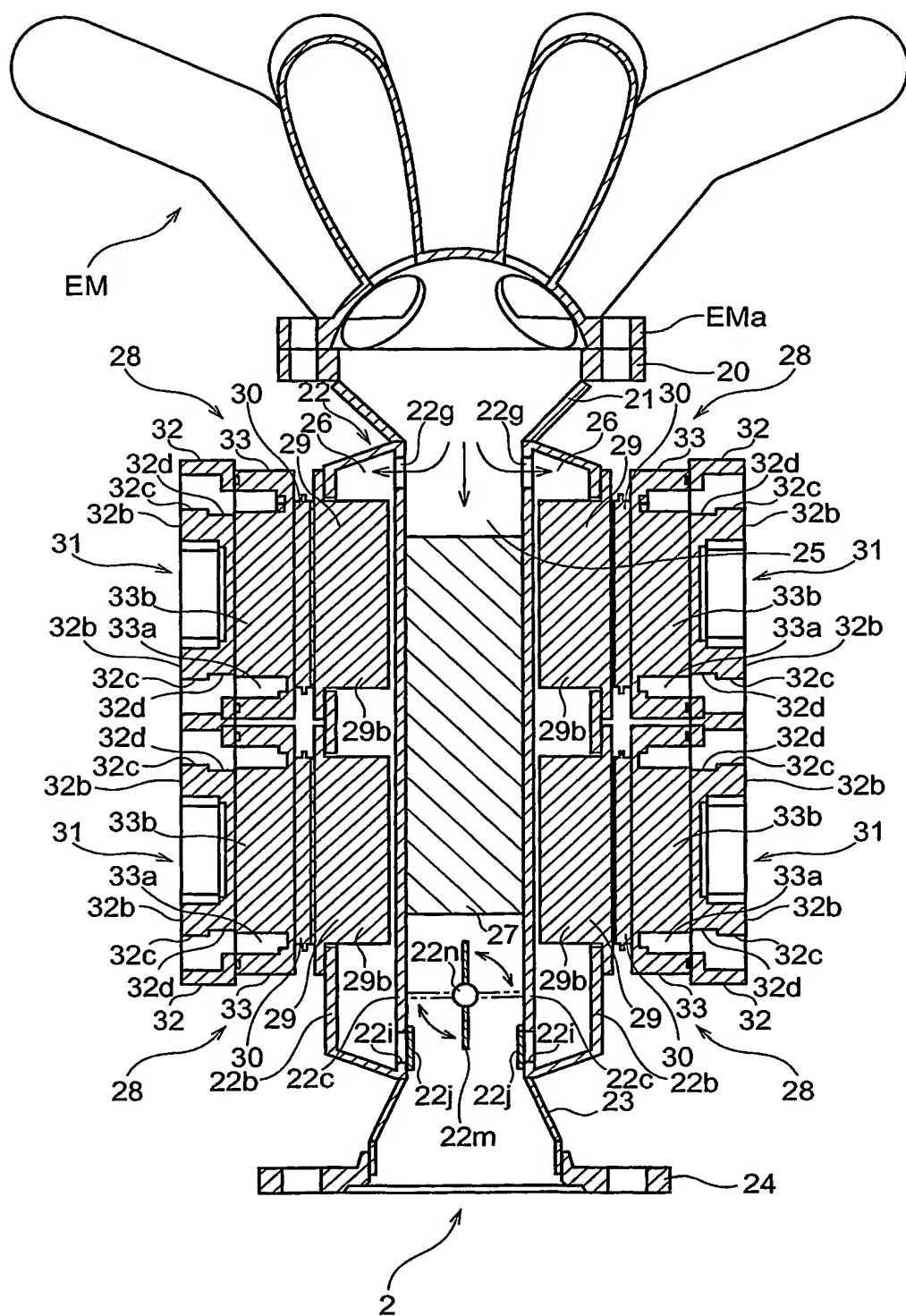
【図 2】



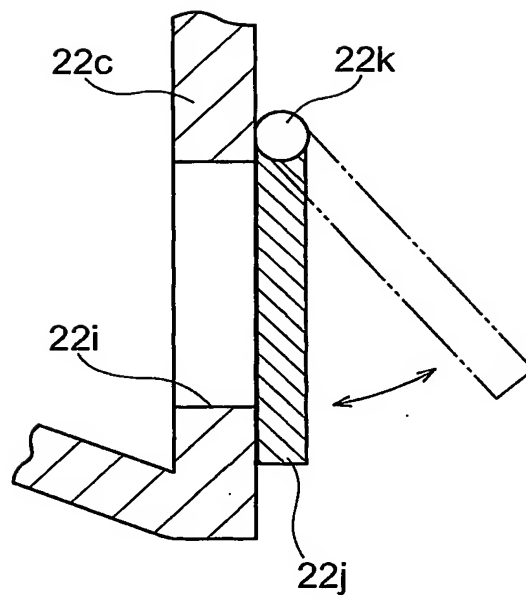
【図 3】



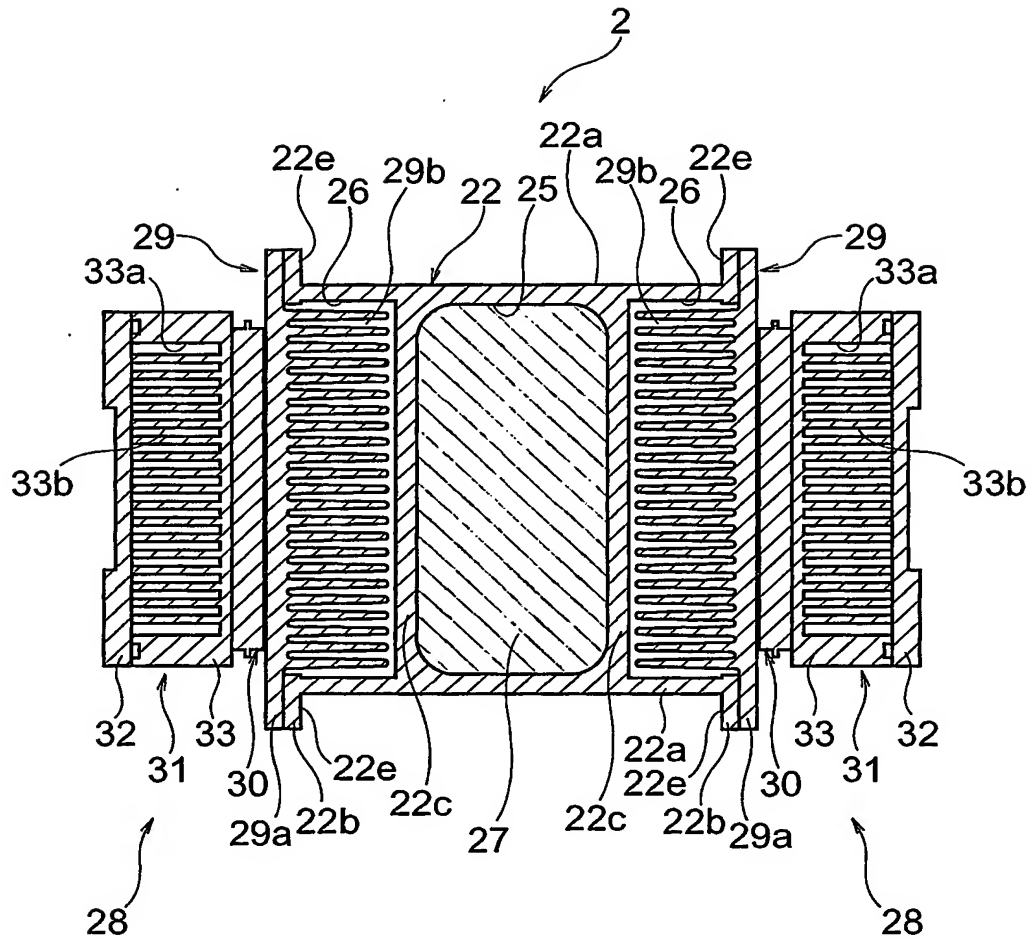
【図 4】



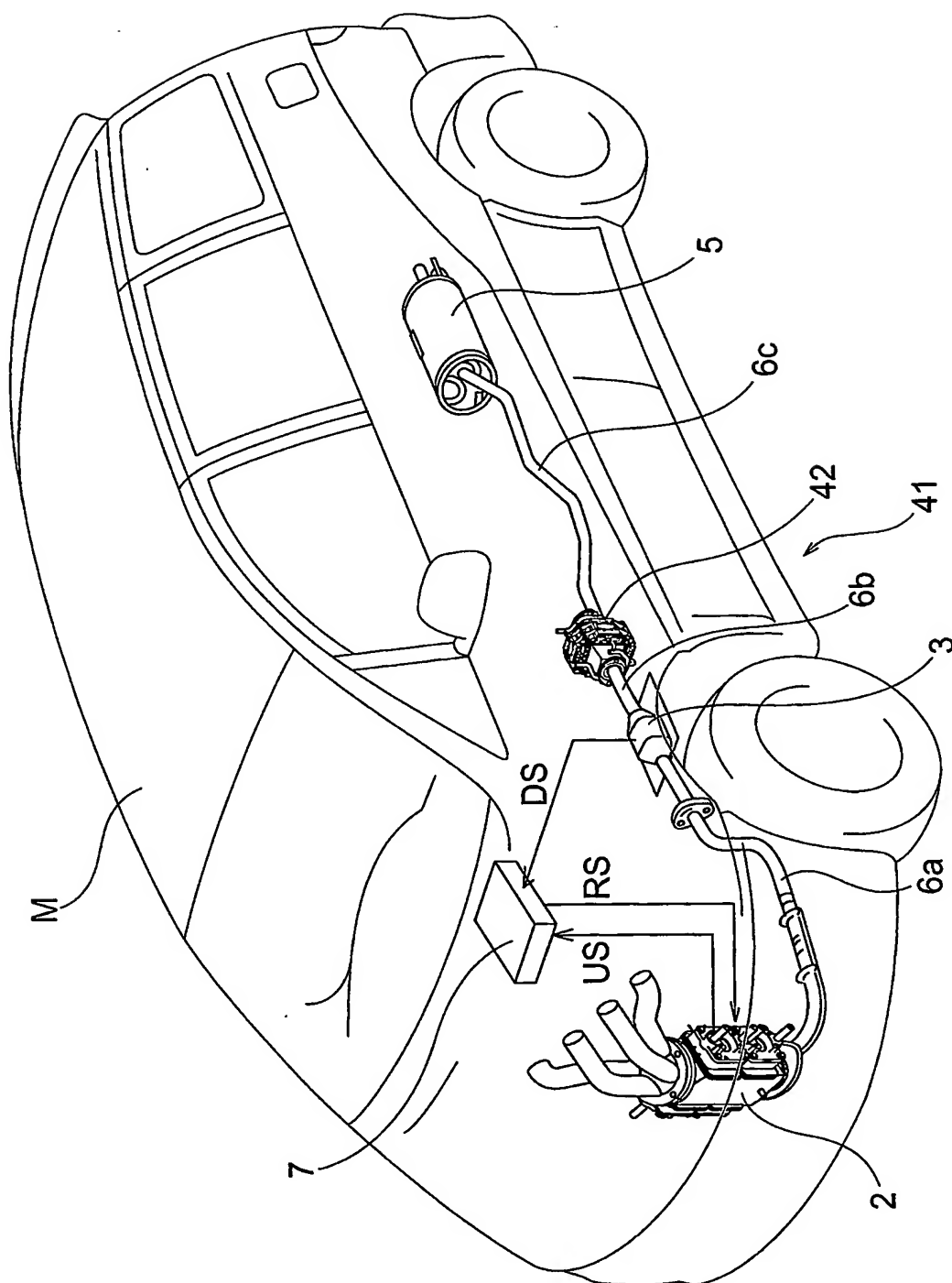
【図 5】



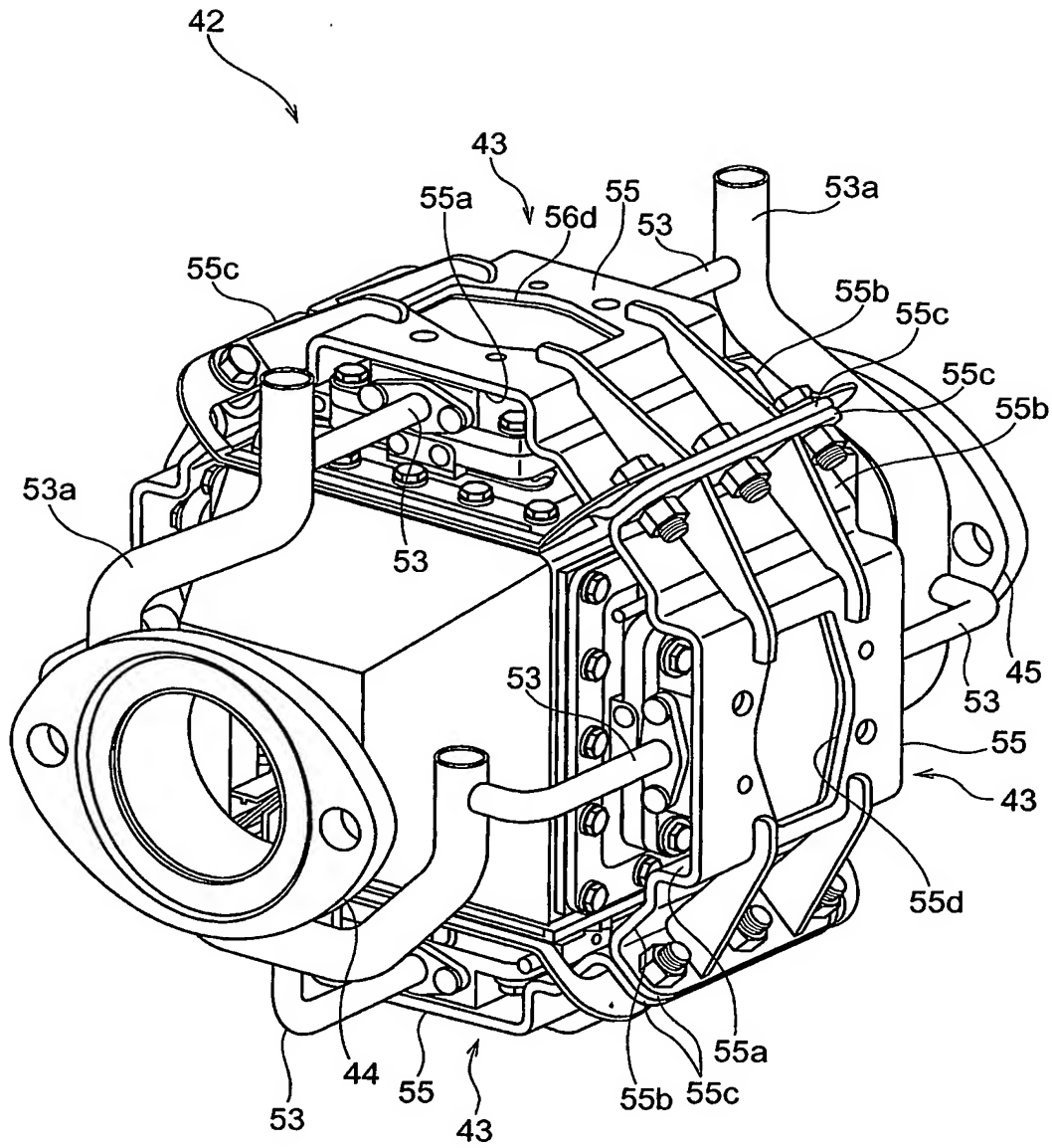
【図 6】



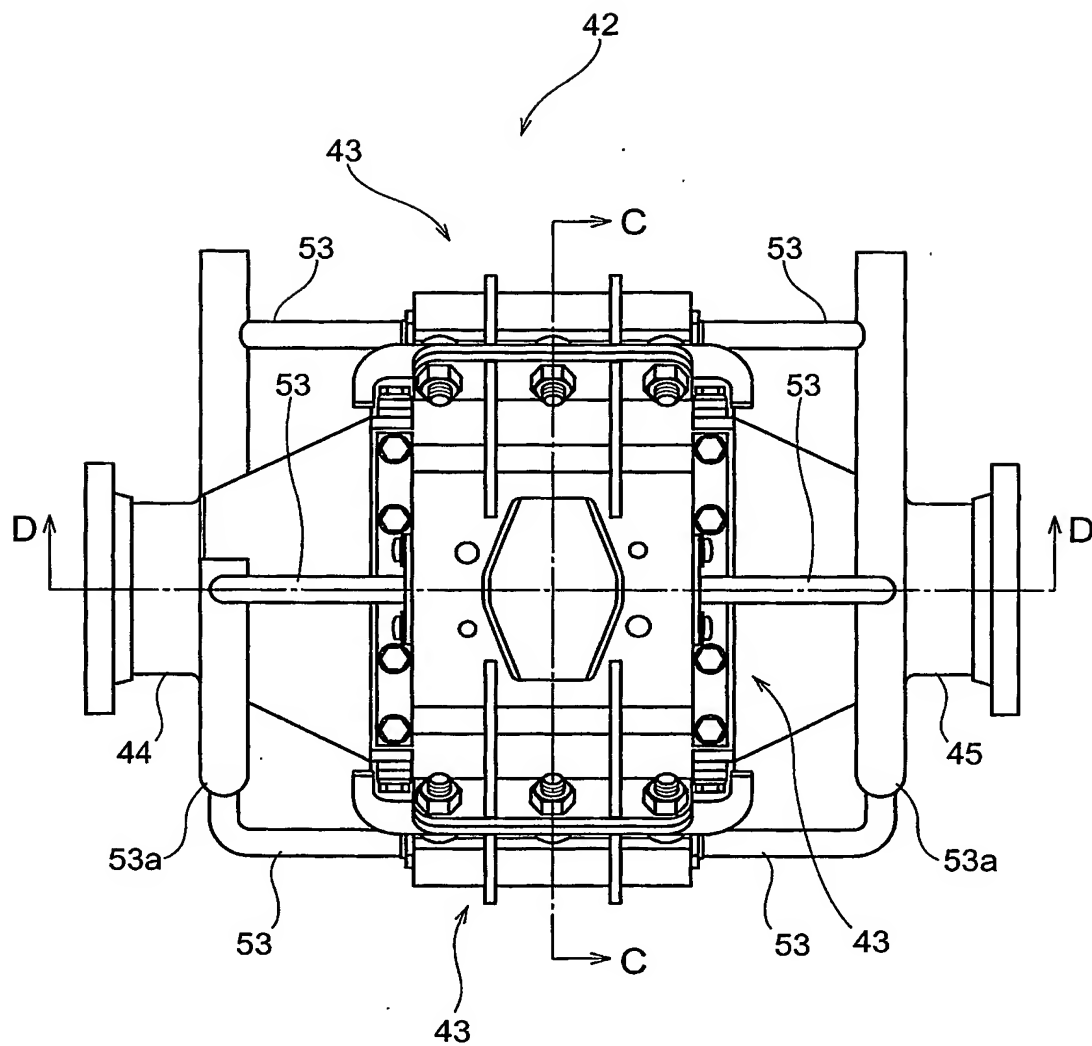
【図 7】



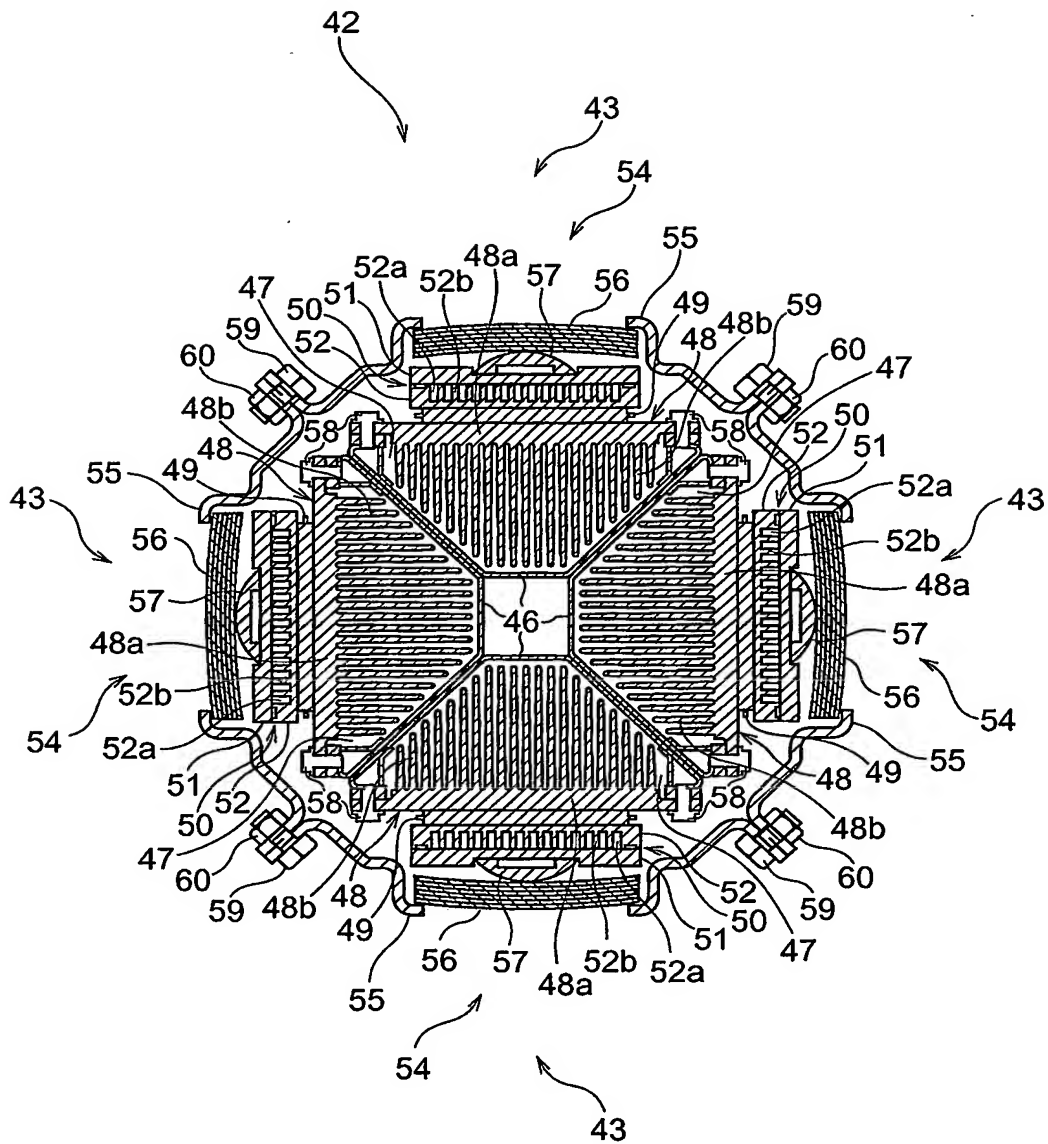
【図 8】



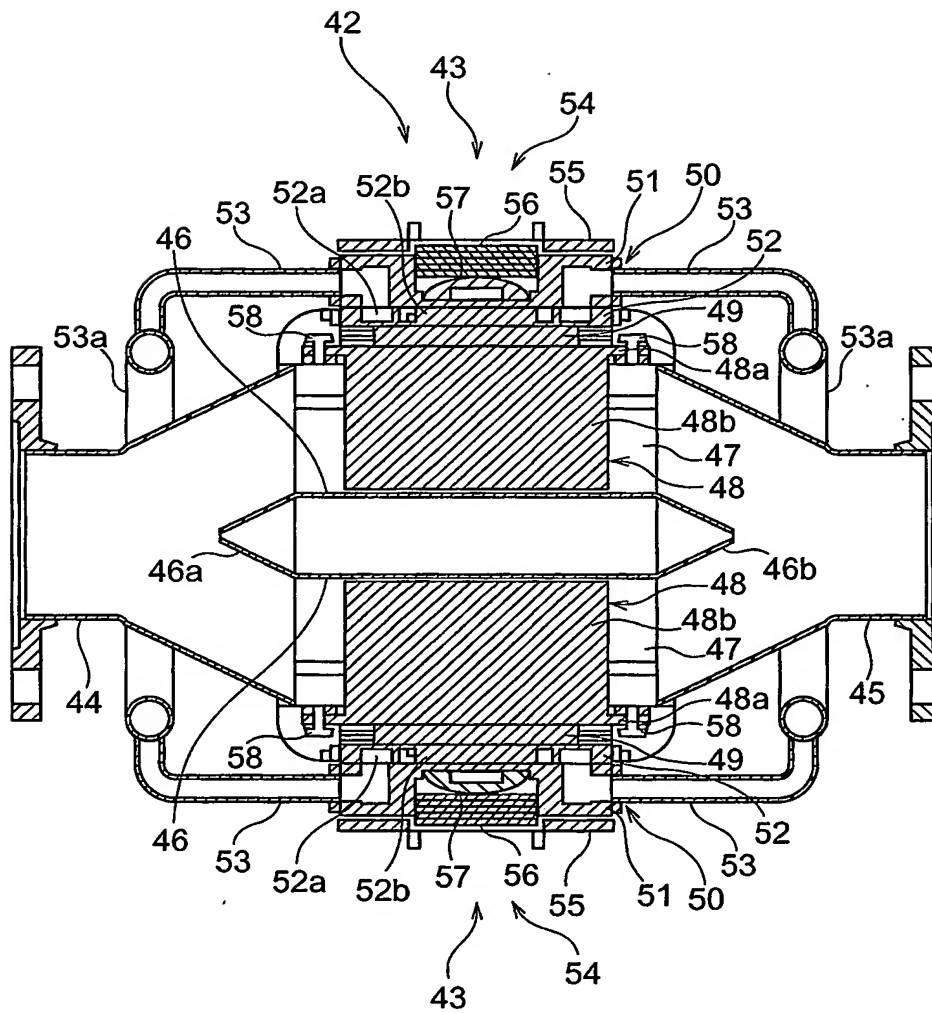
【図 9】



【図10】



【図 11】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 燃費が良くかつ触媒の劣化を防止する排気システムを提供することを課題とする。

【解決手段】 内燃機関からの排気ガスを流す排気通路 25 と、排気ガスを触媒により浄化する排気浄化手段（三元触媒部） 27 と、排気ガスの熱エネルギーを電気エネルギーに変換する熱電変換手段（熱電変換モジュール） 30、・・・とを備える排気システム 2 であって、排気浄化手段 27 を迂回して排気ガスを流すバイパス通路 26、26 を備え、中央部に排気通路 25 を配置し、排気通路 25 内に排気浄化手段 27 を設け、排気通路 25 の外側にバイパス通路 26、26 を配置し、バイパス通路 26、26 の外側に熱電変換手段 30、・・・を設けることを特徴とする。

【選択図】 図 4

特願 2003-002338

ページ: 1/E

出願人履歴情報

識別番号

[000003207]

1. 変更年月日
[変更理由]

住所
氏名

1990年 8月27日

新規登録

愛知県豊田市トヨタ町1番地
トヨタ自動車株式会社